

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-77678

(43)公開日 平成6年(1994)3月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 5 K 7/20

H 0 1 L 23/373

識別記号

庁内整理番号

B 8727-4E

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 23/ 36

M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-228563

(22)出願日

平成4年(1992)8月27日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 西原 和則

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

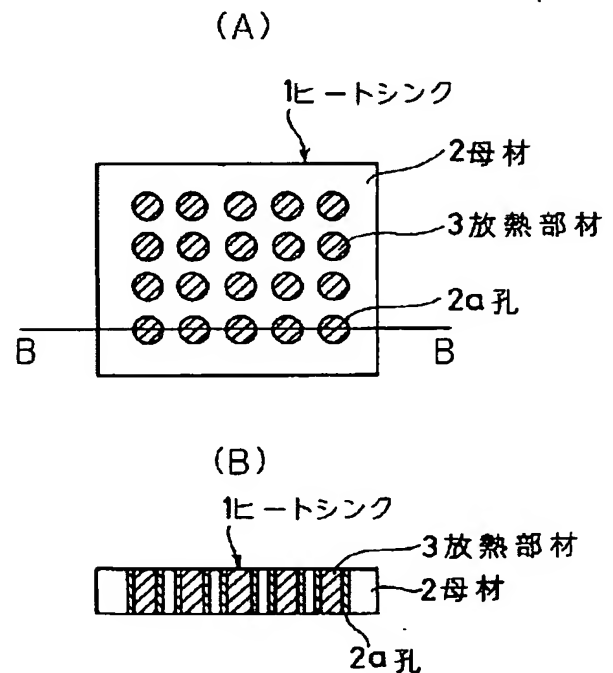
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 ヒートシンク構造

(57)【要約】

【目的】 本発明はパワー系ベアチップがろう付けされるヒートシンクの構造に関し、良好な放熱性と高い接合面の信頼性を有し、かつ、任意の厚さに、無駄なく生産することができるヒートシンクを構成することを目的とする。

【構成】 42Ni-残Fe合金で任意の厚さの母材2を形成する。母材2に放熱部材3を埋め込むための孔2aを設ける。放熱部材3は放熱性に優れたCu系の金属を、孔2aに対応した形状に成形することにより構成する。母材2の孔2aに放熱部材を埋め込ませる。ヒートシンク1は、母材2の作用により適正な線膨張係数を有し、放熱部材3の作用により良好な放熱性を有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 42ニッケル-残鉄合金で形成された母材を有するヒートシンク構造において、前記母材の所定の位置に孔を設け、該孔に銅系の金属からなる放熱部材を埋め込んだ構成としてなることを特徴とするヒートシンク構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明はヒートシンク構造に係り、特にパワー系ベアチップがろう付けされるヒートシンクの構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】パワー系素子を使用する際には、パワー系素子から十分な電力を取り出し、かつ素子の温度が耐熱温度を超えないようにするため、一般にヒートシンクが用いられる。特に、パワー系素子をベアチップの状態でアルミナ基板等に実装して、パワーユニットを形成するような場合には、ベアチップと基板との間に、放熱性と同時に接合部の信頼性が確保されたヒートシンクを設ける必要がある。

【0003】このため、従来より、良好な放熱性を確保しつつ、シリコンチップやアルミナ基板と同等な線膨張係数を有するヒートシンクが要求されており、種々の構造が提案されている。

【0004】多くの場合、ヒートシンクとしては放熱特性に優れていることから、銅(Cu)系材料が用いられている。しかし、Cuの線膨張係数は大きく、ベアチップとアルミナ基板との間に介在させて用いるような場合は、環境温度の変化に伴い、ベアチップとヒートシンク、およびヒートシンクとアルミナ基板間の接合面に大きな応力が生じることになる。

【0005】すなわち、アルミナ基板上にヒートシンクがはんだ付けされ、さらにその上にベアチップがはんだ付けされている場合に、これらの系の環境温度が大きく変化すると、ヒートシンクだけが他に比べて著しく大きく膨張し、それぞれの界面を接合しているはんだに大きな剪断力が働く。従って、このようなヒートシンクは温度変化が激しい部位には使用することができない。

【0006】そこで、特に接合部に信頼性が要求される場合には、モリブデン(Mo)や窒化アルミ(AlN)製のヒートシンクが用いられている。これらの材料の線膨張係数は、Siの線膨張係数とアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の線膨張係数との中間の値である。このため、接合面のはんだにかかる剪断力は緩和され、その信頼性が向上する。

【0007】しかし、これらの材料により構成されるヒートシンクは、Cuに比べて放熱性が劣るばかりでなく、加工が難しく、材料コストも高いという欠点を有している。特に、AlNにおいては、そのままでははんだ付けができないため、表面処理を必要とするという取扱

上の難点も有している。

【0008】このため、近年では、このようなヒートシンク材料として、良好な放熱性と高い接合面の信頼性とを両立し、かつ加工性に優れていることから、42Ni-残Fe合金とCuとを張り合わせてなる複合材料が用いられている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の42Ni-残Fe合金とCuとを張り合わせてなる複合材料で構成されたヒートシンクは、両者の線膨張係数の差異等の理由により、0.8mm以下にしか成形することができない。このため、ヒートシンクの放熱特性に自由度がなく、その厚みで放熱性を確保する必要があるような部位には使用することができない。

【0010】また、42Ni-残Fe合金とCuとを張り合わせるためには、加熱圧延を行う必要があり、一度に一定量以上を製造しなければならない。このため、作り過ぎによる無駄が生じ、効率の悪化を引き起こすことになる。

【0011】本発明は、上述の点に鑑みてなされたものであり、良好な放熱性と高い接合面の信頼性を有し、かつ、任意の厚さで無駄なく生産できるヒートシンクの構造を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】上記の課題は、42ニッケル-残鉄合金で形成された母材を有するヒートシンク構造において、前記母材の所定の位置に孔を設け、該孔に銅系の金属からなる放熱部材を埋め込んだ構成としてなるヒートシンク構造により解決される。

## 【0013】

【作用】本発明のヒートシンク構造においては、前記母材は、前記合金を成形して、前記所定の孔を有する任意の大きさおよび厚さの板にするにことにより構成される。次いで、前記孔に前記放熱部材を埋め込むことにより、前記ヒートシンクが構成され、一度に一定量以上を製造する必要がなく、作り過ぎによる無駄が排除される。

【0014】また、前記母材に埋め込まれた前記放熱部材は、前記ヒートシンクの放熱特性を決定し、その位置、大きさおよび数により、前記ヒートシンクの放熱特性は容易に変更できる。さらに、前記放熱部材は、前記母材に埋め込まれているため、前記ヒートシンクの線膨張係数は、ほぼ前記母材の線膨張係数と同一の値となる。ところで、前記合金は、SiとAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の間の線膨張係数を有している。従って、前記ヒートシンクをSiやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>と接合した場合、高い接合面の信頼性が得られる。

## 【0015】

【実施例】次に、本発明に係るヒートシンク構造の構成をより明確にするため、適切な実施例に基づいて説明す

る。

【0016】図1は、本発明に係るヒートシンク構造の一実施例の構成図を示す。同図(A)はその平面図を示し、図中、B-B断面を同図(B)に示す。

【0017】同図中、符号1は本発明に係る構造を有するヒートシンクを示す。また、符号2は母材を示し、Fe中に約42wt%のNiを含んでなる42Ni-残Fe合金で構成されている。母材2は、任意の体格に成形されてヒートシンク1の外形を構成すると共に、放熱部材3を埋め込むための複数の孔2aを有している。

【0018】放熱部材3は、Cu製の充填材で、本実施例においては、その周囲にネジ山が成形されている。これに対応して、母材2の孔2aには、放熱部材3のネジ山に対応したネジ溝が切つてある。従って、放熱部材3は孔2aにねじ込むことにより容易に装着される。尚、放熱部材3の高さと母材2の厚さとは、同図(B)に示すように同一であり、ヒートシンク1は滑らかな表面を有している。

【0019】また、上記したように、本実施例の構造を有するヒートシンク1は、母材2を構成する42Ni-残Fe合金と、放熱部材3を構成するCuとの接触が機械的力で保持されている。このため、両者の線膨張係数の違いにもかかわらずそれらの界面が剥離することがなく、高い信頼性を確保することができる。

【0020】このように、本実施例の構造のヒートシンク1は、42Ni-残Fe合金とCuとの接触界面における高い信頼性を確保しつつ、任意の厚さを確保することができる。さらに、従来の構成のヒートシンクと異なり、圧延を行う必要がなく、少量生産が可能であるため、作り過ぎによる無駄を排除することができる。

【0021】図2は、本実施例の構造のヒートシンク1の、実装状態の正面断面図を示す。尚、同図において、図1と同一構成部分には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0022】同図中、符号4はパワー系ベアチップを示し、Si系の半導体で構成されている。パワー系ベアチップ4は、はんだ5でヒートシンク1にろう付けされる。また、符号6はアルミナ基板を示し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を主成分とするセラミック基板上に厚膜回路を形成することにより構成される。

【0023】先にパワー系ベアチップ4が搭載されたヒートシンク1は、はんだ7でアルミナ基板6上の所定の位置にろう付けされ、パワーユニットの1部を構成する。尚、パワー系ベアチップ4のはんだ付けされない面は、駆動信号等の供給を受けるためにアルミナ基板6の所定の部位とワイヤボンディング等により(図示せず)電氣的に接続されている。

【0024】図3は、上記のヒートシンク1やパワー系ベアチップ4等の構成材料の線膨張係数および熱伝導度を表した図表である。以下、同図を参照しながら、ヒ-

ートシンク1を上記構造としたことによる効果について説明する。

【0025】同図に示すように、Cuの線膨張係数16ppmは、パワー系ベアチップ4(Si)の3.5ppmおよびアルミナ基板6(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)の7ppmと比べて著しく大きい値である。これに対して、42Ni-残Fe合金の線膨張係数4.5ppmは、Siの線膨張係数とAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の線膨張係数との間の値である。また、ヒートシンク1は、上記したように42Ni-残Fe合金でCuを包み込んだ構造であり、ヒートシンク1としての線膨張係数は、42Ni-残Fe合金のそれと、ほぼ同一の値となる。

【0026】このため、図2に示すように、パワー系ベアチップ4、ヒートシンク1およびアルミナ基板6を組み付けた場合、それぞれの線膨張係数の差異が緩和され、熱による膨張収縮に対してはんだ5、7がうける剪断力が緩和されることになる。従って、本実施例の構造のヒートシンク1によれば、パワー系ベアチップ4やアルミナ基板6との接合面において、高い信頼性を確保することができる。

【0027】また、図3に示すように、42Ni-残Fe合金の熱伝導度0.032cal/s.m.degは、Cuの熱伝導度0.85cal/s.m.degの1/20以下の値である。すなわちヒートシンク1における放熱効果は、ほとんど放熱部材3が占める割合で決まることになる。

【0028】図4および図5は、上記図2に示すように組み付けたパワー系ベアチップ4の熱抵抗を、過渡熱抵抗測定法にて測定した結果を示す。

【0029】過渡熱抵抗測定法とは、熱抵抗を測定すべき半導体チップに所定の電力を消費させると共に、半導体チップのジャンクションにおける抵抗値を測定し、その抵抗値の上昇分から半導体チップの温度上昇を検出する方法である。従って、熱抵抗、すなわち所定の電力を消費する際の温度上昇率が小さいほど、その半導体チップは良好な放熱性を有していることになる。

【0030】図4は、ヒートシンク1を、厚さt=1.5mm、面積s=7×7mm<sup>2</sup>、放熱部材3(Cu)の専有面積40wt%として熱抵抗を測定した結果(図中●)、およびCu単体またはMo単体で構成されたヒートシンクを用いて測定した結果(図中○)を示している。尚、図中の上下限界は、測定数n=20における平均値±3σを示している。

【0031】同図から、明らかなように、本実施例の構造によるヒートシンク1の放熱性は、Cu単体で構成されたヒートシンクには劣るものの、Mo単体で構成されたヒートシンクより優れている。すなわち、母材2に埋め込まれている放熱部材3が、パワー系ベアチップ4から伝播される熱を放熱するために有効に作用している。

【0032】図5は、t=1.5mm、s=7×7mm<sup>2</sup>のヒートシンク1において、Cuの専有面積と熱抵抗との関

10

20

30

40

50

係を表す図を示す。同図から明かなように、ヒートシンク 1 の熱抵抗は、Cu の専有面積が増えるに伴って小さくなる。すなわち、放熱部材 3 が増えるに従ってヒートシンク 1 の放熱性は向上する。

【0033】このように、本実施例の構造のヒートシンク 1 は、従来より、接合面の信頼性重視の場合に用いられていた Mo 単体のヒートシンクより良好な放熱性を有している。また、ヒートシンク 1 中における放熱部材 3 の占有面積を変更することにより、必要に応じて放熱特性を設定することができる。

【0034】参考のために、本実施例の構成のヒートシンク 1 と、Cu 単体または Mo 単体で構成されたヒートシンクとのコスト比を図 6 に示す。同図から、本実施例の構成のヒートシンク 1 は、Mo 単体のヒートシンクの約 1/2 のコスト（図 6 中、斜線部）で製造できることが判る。

【0035】上記したように、ヒートシンク 1 は、従来の構成のヒートシンクと比べて、十分な放熱性と、組み付けられた際の高い信頼性とを有すると共に、任意の体格に、任意の数だけ製造することができる。すなわち、本実施例のヒートシンク構造によれば、従来の構成のヒートシンクと同等以上の性能確保と、生産性および設計の自由度の向上とが両立される。

【0036】尚、本実施例においては、放熱部材 3 にネジ山を形成し、孔 2a にネジ溝形成しているが、これに限るものではなく、例えば放熱部材をピン状に成形して両者を圧入する構成にしてもよい。

【0037】

【発明の効果】上述の如く、本発明によれば、良好な放熱性と接合面の高い信頼性とが両立される。また、母材も放熱部材も、一度に一定量以上を製造しなければなら

10

20

30

\* 量だけを製造することができ、作り過ぎによる無駄を排除することができる。

【0038】また、母材に放熱部材を埋め込むことで異種金属間の接触を保持しているため、母材と放熱部材との接触部が剥離することがなく、ヒートシンクとして厚さや大きさの制限を受けない。さらに、放熱部材の占有面積を変えることによりヒートシンクとしての放熱特性を変化させることが可能である。従って、本発明に係るヒートシンク構造によれば、設計の自由度を向上させることができるという特長を有している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る構造を有するヒートシンクの一実施例の構成図である。

【図 2】本実施例構造のヒートシンクを実装した例を表す正面断面図である。

【図 3】本実施例構造のヒートシンク等を構成する材料の線膨張係数および熱伝導度を表す図表である。

【図 4】本実施例構造のヒートシンクの熱抵抗を表す図である。

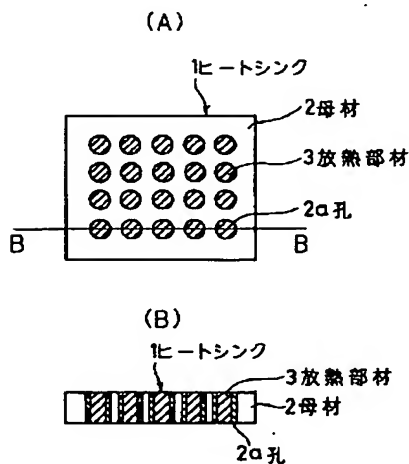
【図 5】本実施例構造のヒートシンクにおける放熱部材の占有面積と熱抵抗の関係を表す図である。

【図 6】本実施例構造のヒートシンクと従来構成のヒートシンクのコスト比を表す図である。

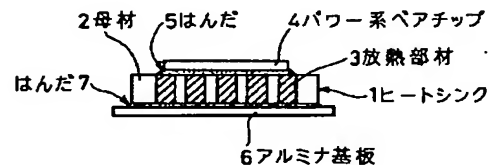
【符号の説明】

- 1 ヒートシンク
- 2 母材
- 2a 孔
- 3 放熱部材
- 4 パワー系ベアチップ
- 5、7 はんだ
- 6 アルミナ基板

【図 1】



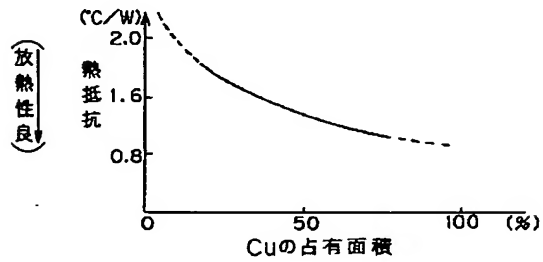
【図 2】



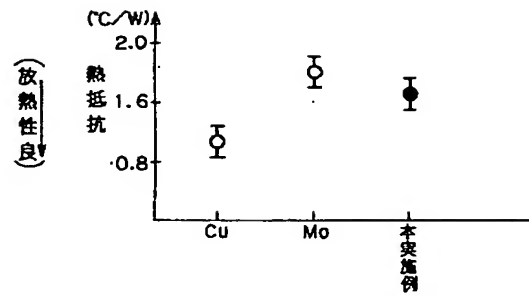
【図3】

材 料	線膨張係数 (ppm)	熱伝導度 (cal/s·m·deg)
パワーチップ (Si)	3.5	0.36
Cu	16	0.85
42 $\mu$ -残Fe	4.5	0.032
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7	0.04

【図5】



【図4】



【図6】

